

**UJI KUALITAS BIOETANOL BATANG *SWEET SORGHUM* VARIETAS
NUMBU UMUR 80 HARI DENGAN PENAMBAHAN RAGI NKL**

DAN WAKTU FERMENTASI YANG BERBEDA

SKALA LABORATORIUM

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan

Guna Mencapai Derajat Sarjana S-1

Pendidikan Biologi



Disusum oleh:

Yudy Hervanto
A 420 070 145

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2012**

**UJI KUALITAS BIOETANOL BATANG *SWEET SORGHUM* VARIETAS
NUMBU UMUR 80 HARI DENGAN PENAMBAHAN RAGI NKL
DAN WAKTU FERMENTASI YANG BERBEDA
SKALA LABORATORIUM**

**Yudy Heryanto, A 420 070 145, Program Studi Pendidikan Biologi,
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Muhammadiyah Surakarta, 65 halaman
2012**

ABSTRAK

Sorgum merupakan tanaman sereal yang multiguna. Semua bagian tubuh tanaman sorgum bermanfaat untuk pangan dan pakan ternak. Nama lain sorgum di Indonesia adalah jagung pari atau cantel. *Sweet sorghum* merupakan salah satu jenis sorgum yang banyak mengandung gula antara 13,60%-18,40% brix. Nira dari batang *Sweet sorghum* dapat digunakan sebagai bahan untuk membuat etanol, karena komposisi nira sorgum hampir sama dengan nira tebu. Selama ini bioetanol banyak menggunakan bahan pangan seperti singkong, ketela dan tebu. Dengan menghasilkan bioetanol diharapkan batang *Sweet sorghum* dapat menjadi bahan alternatif bioetanol dan tidak mengganggu produksi pangan. Etanol dibuat dengan proses fermentasi dengan bantuan *Saccharomyces cerevisiae*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar bioetanol batang *Sweet sorghum* varietas numbu umur 80 hari. Penelitian dilaksanakan di desa Demakan Bekonang untuk penanaman sorgum dan Laboratorium Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, menggunakan Rancangan Acak Lengkap dua faktor perlakuan yaitu konsentrasi ragi (0,25g/100ml, 0,50g/100ml dan 0,75g/100ml) dan waktu fermentasi (6 hari dan 8 hari) dengan tiga kali ulangan sehingga didapatkan 6 kombinasi perlakuan. Penentuan kadar etanol menggunakan metode kromatografi gas (GC) kemudian data dianalisis dengan menggunakan analisis deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kadar bioetanol yang dihasilkan dari masing-masing perlakuan. Pada kombinasi perlakuan 0,75g/100ml dosis ragi NKL dan lama waktu fermentasi 8 hari menghasilkan kadar bioetanol tertinggi yaitu 8,08% dan kadar bioetanol terendah diperoleh pada perlakuan 0,25g/100ml dosis ragi NKL dan lama waktu fermentasi 6 hari yaitu 2,24%.

Kata Kunci: Nira Sorgum, Saccharomyces cerevisiae, dan Kadar Etano

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan sumber energi semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman. Namun hal tersebut tidak diimbangi dengan ketersediaan sumber energi yang ada. Manusia masih sangat bergantung dengan bahan bakar minyak sebagai sumber energi. Minyak bumi terus-menerus dicari dan diambil demi memenuhi kebutuhan. Akibatnya, persediaan minyak bumi pun menurun. Krisis energi pun terjadi pada saat ini, untuk mengantisipasinya, manusia pun beralih kepada bioenergi, yakni sumber energi yang dihasilkan oleh tanaman.

Indonesia sebagai negara yang memiliki beragam kekayaan alam terbarukan sangat berpotensi menghasilkan bioenergi. Namun, dalam pengembangannya, bahan bakar hayati yang dihasilkan menggunakan banyak biomassa yang dapat digunakan sebagai bahan pangan. Bioetanol, sebagai salah satu bioenergi, masih dibuat dari bahan berpati dan bergula yang merupakan bahan pangan. Hal ini akan berdampak buruk bagi penyediaan pangan. Jika BBM terus menerus dibuat dari bahan pangan, akan terjadi persaingan antara penyediaan pangan dan energi.

Bahan baku pembuatan bioethanol seperti tebu, singkong dan jagung merupakan tanaman pangan yang banyak dikonsumsi masyarakat. Jika lahan tanaman pangan tersebut digunakan untuk lahan produksi bioetanol, produksi pangan akan berkurang. Untuk mengatasi agar pengadaan bioenergi dapat sejalan dengan pangan, dilakukan system tanam tumpang sari. Tanaman

Sorghum dapat menghasilkan bioenergi (bioethanol) dan dapat ditanam secara tumpang sari (Supriyanto, 2009).

Sorghum merupakan tanaman yang multiguna, mulai dari biji, daun, batang dan akar semua bagian tubuh tanaman *Sorghum* bermanfaat, yaitu sebagai sumber bahan pangan, pakan ternak maupun bahan baku berbagai macam industri. Menurut Hoeman (2008), *Sorghum* memiliki daya adaptasi yang luas, dapat tumbuh di hampir semua jenis lahan, lebih toleran terhadap kondisi lahan marjinal (kekeringan, salinitas dan lahan masam), membutuhkan input pertanian yang relatif lebih sedikit, produktivitas tinggi, tahan terhadap hama dan penyakit tanaman, dan banyak berguna baik sebagai sumber bahan pangan, pakan ternak maupun bahan baku bermacam industri.

Keistimewaan *Sweet Sorghum*, bersifat yang multi guna, yaitu sebagai sumber bahan pangan, pakan ternak maupun bahan baku bermacam industri, misalkan produksi bioetanol. Sorghum yang termasuk dalam kelompok tumbuhan monokotil ternyata secara otomatis batangnya menyerupai stuktur batang tanaman dikotil, yaitu berkas pengangkutnya tersusun melingkar, padahal umumnya batang tumbuhan monokotil tersusun tersebar. Oleh karena itu Batang sorgum apabila diperas akan menghasilkan nira yang rasanya manis. Kadar air dalam batang sorgum kurang lebih 70 persen yang artinya kandungan niranya kurang lebih sebesar itu, sehingga batangnya berasa manis

karena mengandung karbohidrat (Putri, 2009).

Selain untuk substitusi bahan pangan, pemanfaatan sorgum sebagai bahan baku energi alternatif biofuel yang berasal dari etanol untuk masa mendatang sudah mulai dirancang mengingat persediaan minyak bumi yang berasal dari fosil diperkirakan akan habis dalam 18 tahun ke depan. Penggunaan sorgum selain sebagai bahan baku etanol dan sebagai substitusi BBM, juga dapat menghemat devisa negara dan membuka peluang kesempatan kerja dengan pemberdayaan masyarakat tani. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Yudiarto (2006), produktifitas rata-rata batang tanaman sorgum berkisar antara 30 – 50 ton/hektar, biji 4 – 5 ton /hektar dan daun 20 – 40 ton/hektar. Sedangkan untuk pembuatan 1 liter bioetanol membutuhkan 22 – 25 kg batang sorgum. Oleh karena itu, pengembangan tanaman sorgum pada gilirannya akan memberikan dampak yang positif, baik untuk meningkatkan kesejahteraan petani maupun pemanfaatan lahan, mengingat potensi lahan kering yang ada di tanah air saat ini tergolong sangat besar.

Menurut Rama Prihandana (2007), Bioetanol adalah etanol yang diperoleh dari proses fermentasi bahan baku yang mengandung pati atau gula seperti singkong dan tetes tebu. Bahan bakar nabati (BBN) ini digunakan sebagai pengganti premium (gasoline). Etanol yang dapat digunakan sebagai bahan bakar nabati adalah alkohol murni yang bebas air (*Anhydrous alkohol*) dan berkadar lebih dari 99,5 % atau disebut dengan Fuel Grade Ethanol

(FGE). Campuran premium menghasilkan emisi gas buang yang lebih ramah terhadap lingkungan karena oksigennya dapat meningkatkan efisiensi pembakaran.

Tinggi rendahnya alkohol ditentukan oleh aktivitas akhamir dengan substrat gula yang terfermentasi. Menurut Fessenden dan Fessenden (1997), dari satu molekul glukosa akan terbentuk dua molekul alkohol dan karbondioksida. Namun konsentrasi glukosa yang terlalu tinggi akan menghambat pembentukan alkohol, sebab glukosa dengan kadar yang tinggi menyebabkan pertumbuhan khamir terhambat sehingga kadar alkohol yang dihasilkan sedikit.

Berdasarkan hasil penelitian Ariani (2007), bahwa konsentrasi ragi dan lama pemeraman pengaruh terhadap kadar alkohol dan glukosa tape biji nangka (*Artocarpus integra*). Kadar alkohol dan glukosa dihasilkan paling tinggi pada pemeraman selama 4 hari dengan konsentrasi ragi 3 g/0,5 kg biji nangka. Hal tersebut dapat disebabkan karena produsen utama alkohol adalah ragi, sehingga banyak konsentrasi ragi yang diberikan maka semakin tinggi pula kadar alkohol yang dihasilkan.

Dalam penelitian Sugiyarti (2007), menunjukkan bahwa perbedaan waktu fermentasi dan dosis ragi berpengaruh terhadap kadar alkohol sari umbi ketela pohon. Kadar alkohol tertinggi sebesar 51%, yaitu pada lama fermentasi 15 hari dan dosis ragi 1,6%, sedangkan kadar alkohol terendah adalah 14,303% pada fermentasi 9 hari dan dosis ragi 0,4%.

Dalam Penelitian ini tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah 1) Mengetahui pengaruh waktu fermentasi dan dosis ragi terhadap kadar alkohol pada fermentasi nira batang *Sweet Sorghum* pada varietas NUMBU. 2) Mengetahui kadar alkohol optimum yang dapat diperoleh dari perbandingan waktu fermentasi dan dosis ragi pada fermentasi nira batang *Sweet Sorghum* pada varietas NUMBU.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di lahan seluas 100 m² di desa Demakan RT 02 RW 07 Mojolaban Bekonang dan di Laboratorium Kimia Fakultas Farmasi UMS pada bulan Mei 2011 – Juli 2011.

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah: 1) Alat untuk bertanam: cangkul, tugal, meteran, sekop kecil, ember, timbangan. 2) Alat untuk produksi bioetanol: Alat pemerah batang nira, timbangan analitik, timbangan kasar, toples, karet, baskom, sendok, pisau, kertas label, penyaring, plastik, pipet, gelas ukur, pHmeter, refraktometer, erlenmeyer, waterbath, seperangkat alat destilasi, seperangkat alat kromatografi gas (GC). 3) Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: batang *Sweet sorghum* varietas NUMBU, ragi NKL, gula pasir, NPK, dan urea.

Penelitian ini terdiri dari 5 tahap yaitu: (1) Penanaman benih *Sweet sorghum*, (2) Prefermentasi, (3) Proses fermentasi, (4) Destilasi Alkohol, dan (5) Analisis kadar etanol.

Pengumpulan data dilakukan dengan beberapa cara yaitu: (1)

Metode eksperimen, (2) Metode Observasi, dan (3) Metode Kepustakaan.

Analisis data dari penelitian ini adalah dengan cara deskriptif kualitatif yang meliputi: penyajian data dan penarikan kesimpulan. Penyajian data dilakukan dalam rangka pemahaman terhadap sekumpulan informasi yang memberi kemungkinan adanya penarikan kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang uji kualitas bioetanol batang *Sweet Sorghum* varietas numbu umur 80 hari dengan penambahan ragi NKL dan waktu fermentasi yang berbeda, dapat disajikan data sebagai berikut:

Tabel. Data Pengamatan Rerataan Hasil Volume Nira Sorghum Setelah Difermentasi, Destilasi Dan Kadar Etanol Sorghum

No	Perlakuan	Rerata Volume Hasil Fermentasi Nira Sorghum (ml)	Rerata Volume Hasil Destilasi Nira Sorghum (ml)	Rerata Kadar Etanol Sorghum (%)
1.	T ₁ R ₁	91,67	61	2,24*
2.	T ₁ R ₂	92,33	65	3,33
3.	T ₁ R ₃	87,66	63,66	7,82
4.	T ₂ R ₁	83	61,66	2,72
5.	T ₂ R ₂	76	56,33	5,15
6.	T ₂ R ₃	84,33	57,33	8,08**

* kadar etanol terendah

** kadar etanol tertinggi

Keterangan:

T₁R₁= Waktu Fermentasi 6 Hari Dengan Dosis Ragi 0, 25g/100ml.

T₁R₂= Waktu Fermentasi 6 Hari
Dengan Dosis Ragi 0,
50g/100ml.

T₁R₃= Waktu Fermentasi 6 Hari
Dengan Dosis Ragi 0,
75g/100ml.

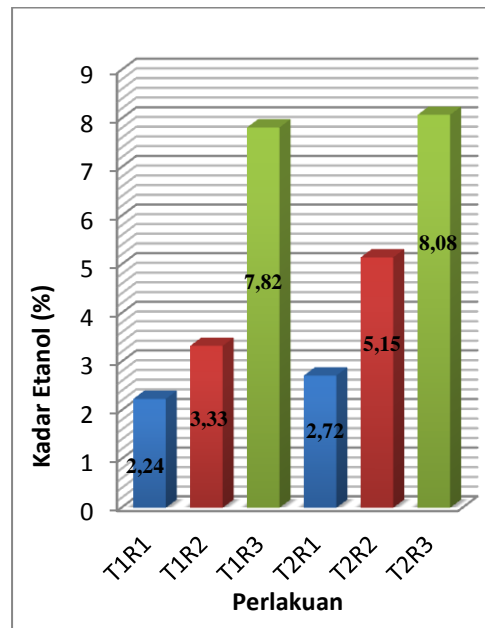
T₂R₁= Waktu Fermentasi 8 Hari
Dengan Dosis Ragi 0,
25g/100ml.

T₂R₂= Waktu Fermentasi 8 Hari
Dengan Dosis Ragi 0,
50g/100ml.

T₂R₃= Waktu Fermentasi 8 Hari
Dengan Dosis Ragi 0,
75g/100ml.

Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap kadar alkohol pada hasil fermentasi nira batang *Sweet Sorghum* varietas NUMBU umur 80 hari, menunjukkan bahwa ada perbedaan kadar alkohol pada fermentasi 6 dan 8 hari. Hal ini dapat diperoleh dari hasil penelitian pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa kadar alkohol tertinggi terdapat pada perlakuan T₂R₃ (waktu fermentasi 8 hari dengan dosis ragi 0, 75g/100ml) dengan kadar alkohol mencapai 12,10%. Sedangkan kadar alkohol terendah terdapat pada T₁R₁ (waktu fermentasi 6 hari dengan dosis ragi 0, 25g/100ml) dengan kadar alkohol yaitu 1,36%. Hal ini dikarenakan selama fermentasi berlangsung akan terjadi perubahan biokimiawi akibat aktivitas mikroba *Saccharomyces cerevisiae*, yaitu perubahan kadar gula, kadar air dan jumlah mikroorganisme karena pengaruh dari ragi.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disajikan dalam histogram sebagai berikut:



Gambar. Histogram Kadar Etanol Sorghum

Dari gambar 4.1 histogram di atas dapat diketahui bahwa kadar etanol optimum pada perlakuan T₂R₃ (waktu fermentasi 8 hari dengan dosis ragi 0, 75g/100ml) yaitu sebesar 8,08%. Sedangkan kadar etanol minimum pada perlakuan T₁R₁ (waktu fermentasi 6 hari dengan dosis ragi 0, 25g/100ml) yaitu sebesar 2,24%.

Berdasarkan perbedaan waktu fermentasi yaitu 6 hari dan 8 hari terdapat perbedaan hasil kadar etanol sorghum. Pada waktu fermentasi 6 hari sendiri terdapat perbedaan-perbedaan tiap dosis ragi yang diberikan. Pada perlakuan T₁R₁ (dosis ragi 0, 25g/100ml) dihasilkan rata-rata kadar etanol 2,24%, perlakuan T₁R₂ (dosis ragi 0, 50g/100ml) dihasilkan rata-rata kadar etanol 3,33%, dan perlakuan T₁R₃ (dosis ragi 0, 75g/100ml) dihasilkan rata-rata kadar etanol 7,82%. Hal ini dikarenakan oleh

pemberian dosis ragi yang berbeda tiap perlakuan masing-masing.

Fermentasi dengan waktu 8 hari juga memiliki perbedaan-perbedaan pada tiap dosis ragi yang diberikan. Pada perlakuan T_2R_1 (dosis ragi 0, 25g/100ml) dihasilkan rata-rata etanol 2,72%, perlakuan T_2R_2 (dosis ragi 0, 50g/100ml) dihasilkan rata-rata etanol 5,15%, dan perlakuan T_2R_3 (dosis ragi 0, 75g/100ml) dihasilkan rata-rata kadar etanol 8,08%. Hal ini juga dikarenakan oleh pemberian dosis ragi yang berbeda terhadap tiap perlakuan masing-masing.

Kadar etanol yang diperoleh dari tiap waktu fermentasi terdapat perbedaan tiap dosisnya. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar dosis yang diberikan maka kadar etanol yang diperoleh juga semakin besar. Menurut Schlegel (2000), semakin tinggi konsentrasi ragi yang diberikan pada bahan pembuatan tape maka semakin tinggi pula kadar etanol yang dihasilkan. Hal tersebut terjadi karena produsen utama dalam suatu fermentasi adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Selain itu terjadi juga perubahan terhadap biomasa. Penambahan biomasa ini dimungkinkan karena botol untuk fermentasi tidak tertutup rapat jadi udara masuk ke dalam botol dan mengakibatkan pertumbuhan biomasa yang mengakibatkan berkurangnya kadar alkohol. Fermentasi haruslah dalam keadaan anaerob sehingga biomasa tidak bertambah tetapi mengkonversi glukosa menjadi etanol. Dapat juga penurunan tersebut diakibatkan karena perubahan alkohol menjadi senyawa lain (senyawa asam) (Ratna, 2009).

Perbedaan waktu yang digunakan menunjukkan bahwa lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap tinggi kadar etanol yang dihasilkan. Hal ini didukung oleh penelitian Umi (2009) mengenai fermentasi etanol dari nira tebu (*Saccharum officinarum*), dari awal fermentasi (jam ke 0) sampai akhir fermentasi jam (ke 72) diperoleh kadar etanol yang semakin besar. Kadar etanol terbesar yaitu 9% pada jam ke 72. Hal ini menunjukkan bahwa sukrosa dikonsumsi oleh *Saccharomyces cerevisiae* lebih cepat dan akhirnya menjadi etanol.

Perbedaan kadar bioetanol sangat berkaitan dengan kinetika sel ragi yang diinginkan untuk memfermentasi bahan, sedangkan pertumbuhan dari sel ragi/khamir itu sendiri juga dipengaruhi oleh media dan kondisi media, pemilihan khamir, nutrien, kandungan gula, keasaman (pH), oksigen dan suhu. Adapun suhu yang optimum pada fermentasi bioetanol adalah kisaran antara 26°C-28°C, di atas 30°C produktivitasnya menjadi menurun (Budiyanto, 2002).

Pada proses fermentasi sebelum terbentuk alkohol maka terbentuk glukosa terlebih dahulu sehingga untuk pembentukan alkohol membutuhkan waktu lebih lama dari pada pembentukan glukosa. Namun bila fermentasi terlalu lama, nutrisi dalam substrat akan habis dan khamir tidak dapat memfermentasi bahan.

Hal ini didukung oleh pendapat Nurwantoro (2001) bahwa proses fermentasi alkohol hanya dapat terjadi apabila terdapat sel-sel khamir. Khamir ini memiliki sekumpulan enzim yang diketahui

sebagai zymase yang berperan pada fermentasi senyawa gula, seperti glukosa menjadi etanol (etil alkohol dan karbondioksida). Khamir ini juga mempunyai kemampuan untuk memecah karbohidrat menjadi alkohol dan karbondioksida. Proses ini diketahui sebagai fermentasi alkohol anaerob, yakni terjadi tanpa oksigen.

Perbedaan kadar bioetanol sangat berkaitan erat dengan cepat dan lambatnya pertumbuhan sel ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) yang diinginkan untuk memfermentasi bahan, sedangkan pertumbuhan dari *Saccharomyces cerevisiae* itu sendiri juga dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah kandungan gula. Pada penelitian kadar gula yang diperoleh dari nira batang sorgum varietas NUMBU umur 80 hari adalah 11%. Kadar gula ini sudah baik digunakan untuk pembuatan etanol, karena menurut Umi (2009), kadar glukosa yang baik untuk pertumbuhan mikroba berkisar antara 10-18%. Apabila terlalu pekat, aktivitas enzim akan terhambat sehingga waktu fermentasi menjadi lambat disamping itu terdapat sisa gula yang tidak terpakai dan jika terlalu encer maka hasilnya berkadar alkohol rendah.

Khamir jenis *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan kadar alkohol tinggi karena merupakan galur terpilih yang biasa digunakan untuk fermentasi alkohol (Ratnaningsih, 2004). Kadar alkohol dari penelitian ini yang paling tinggi adalah 8 hari dengan dosis ragi 0,75g/100ml. Hal tersebut dikarenakan oleh aktivitas khamir

yang masih aktif bekerja dengan substrat gula yang difermentasi. Kecepatan reaksi dalam suatu proses kimia maupun yang dibantu oleh enzim tidaklah konstan. Pada permulaan reaksi tampak giat, kemudian kegiatan berkurang. Hal ini disebabkan oleh hasil akhir yang tertimbun, karena akan menghambat kegiatan enzim sehingga kadar alkohol yang dihasilkan akan menurun. Juga dimungkinkan karena ketersediaan substrat yang terdapat dalam bahan semakin menipis, sehingga kegiatan enzim pun akan berkurang (Kusuma, 2011).

Aktivitas khamir banyak dipengaruhi oleh media dan kondisi lingkungan suhu dan keasaman panas, konsentrasi ion hidrogen, air dan cahaya mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme. Tinggi rendahnya kadar alkohol yang diperoleh sangat dipengaruhi oleh cepat lambatnya pertumbuhan sel ragi yang digunakan dalam fermentasi bahan. Cepat lambatnya pertumbuhan khamir dapat dipengaruhi oleh beberapa fakta, diantaranya komposisi media yang digunakan sebagai media pengembangbiakan mikroba mulai persiapan sampai fermentasi dapat berjalan optimum ketika pertumbuhan enzim maksimum dan ketersediaan substrat cukup.

Suhu yang digunakan selama proses fermentasi akan mempengaruhi mikroba yang berperan dalam proses fermentasi. Suhu yang baik untuk fermentasi maksimum adalah 30°C. Pada temperatur yang terlalu tinggi akan menonaktifkan yeast, sedangkan pada temperatur yang terlalu rendah

yeast akan menjadi tidak aktif (Kusuma, 2011).

Kandungan air di dalam lingkungan mikroba juga mempengaruhi sifat pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* sebagai mikroba dalam fermentasi tape. Bila kandungan air tidak cukup, maka cairan di dalam sel mikroba mengalir keluar. Sehingga metabolisme terhenti dan menyebabkan bahan yang terdapat di dalam sel sangat pekat dan akhirnya akan menghambat aktivitas enzim. Faktor lain yang dapat menghambat atau mengganggu pertumbuhan mikroba cara memasak atau cara pengerjaan fermentasi (Setiawan, 2010).

Adapun faktor lain yang menghambat pertumbuhan khamir adalah kebersihan media, alat dan cara pengolahan fermentasi. Hal tersebut didukung oleh Hasanah (2009), bahwa pencampuran ragi harus dilakukan dengan sendok kayu. Oleh karena itu jika tersentuh tangan akan menjadi masam dan berwarna kemerah-merahan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dalam penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: 1) Terdapat pengaruh lama waktu fermentasi dan dosis ragi, sehingga terjadi kadar etanol yang dihasilkan. Kadar alkohol tertinggi 8,08% pada waktu fermentasi 8 hari dengan dosis ragi 0,75g/100ml dan kadar alkohol terendah 2,24% pada waktu fermentasi 6 hari dengan dosis ragi 0,25g/100ml. 2) Terdapat interaksi antara pemberian dosis ragi yang berbeda antara kadar dosis ragi

0,25g/100ml, 0,50g/100ml, dan 0,75g/100ml dengan lamanya waktu fermentasi 6 hari dan 8 hari terhadap kadar alkohol pada fermentasi nira batang *Sweet sorghum*.

Berdasarkan kesimpulan di atas, dapat diberikan saran sebagai berikut: 1) Perlu adanya sosialisasi pemanfaatan nira batang *Sweet sorghum* sebagai alternatif pengganti dari campuran bahan bakar premium. 2) Perlu diperhatikan terhadap sterilisasi substrat waktu proses fermentasi berlangsung. 3) Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai fermentasi alkohol dengan metode dan penambahan inokulum yang berbeda.

DAFTAR PUTAKA

- Ariani. 2007. *Konsentrasi Ragi Tape Biji Nangka*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Budiyanto, Agus. 2002. *Mikrobiologi Terapan*. Malang: UMM.
- Fessenden, Joan. 1997. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Binarupa Akasara.
- Hasanah. 2009. *Morfologi Kapang Dan Khamir*. <http://hasanah619.wordpress.com/2009/10/27/morfologi-kapang-dan-khamir/> (diakses pada tanggal, 22 Maret 2012).
- Nurwantoro. 2001. *Pola Pemecahan Karbohidrat Selama Fermentasi Ubi Kayu Dengan Menggunakan Inokulan Murni Kering*

Dalam Sains Teks.
Semarang: Universitas
Negeri Semarang.

Umbi Ketela Pohon
(Monihot Utilisima pohl)
Varietas Randu.
Yogyakarta: UGM

Ria, Kusuma. 2011. *Penelitian Fermentasi Alkohol.*
<http://kusumaworld25.blogspot.com/2011/07/laporan-penelitian-fermentasi-alkohol.html> (diakses pada tanggal, 22 Maret 2012).

Suprianto. 2009. *Sorgum Hasilkan Bioetanol.* Bogor: IPB.

Prihandana, Rama. 2007. *Bioenergi Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan.* Jakarta: Agromedia Pustaka.

Ratnaningsih. 2004. *Efektivitas Fermentasi Tetes Tebu (molase) dengan Sacharomyces cerevisiae.* FKIP Jurusan Biologi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Schlegel, H, G. 2000. *Mikrobiologi Umum.* Yogyakarta: Gama University Press.

Soeranto, Hoeman. 2008. *Prospek dan Potensi Sorghum Sebagai Bahan Baku Bioetanol.*
<http://www.bsl-online.com/energi/archive/1.html> (diakses pada tanggal 10 juni 2011).

Sugiyarti. 2007. *Pengaruh Waktu Fermentasi dan Dosis Ragi Terhadap Kadar Alkohol pada Fermentasi Sari*